

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 05019796 A

(43) Date of publication of application: 29 . 01 . 93

(51) Int. Cl.

G10L 9/14

G10L 9/18

(21) Application number: 03167124

(22) Date of filing: 08 . 07 . 91

(71) Applicant: NIPPON TELEGR & TELEPH
CORP <NTT>

(72) Inventor: MORIYA TAKEHIRO
MANO KAZUNORI
MIKI SATOSHI

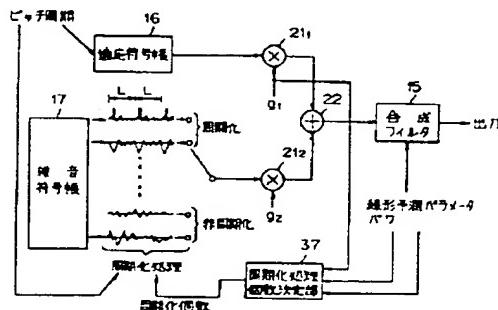
(54) EXCITATION SIGNAL ENCODING AND DECODING METHOD FOR VOICE

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

(57) Abstract:

PURPOSE: To improve the quality of a synthesized voice by making code vectors of a noise code book cyclic.

CONSTITUTION: In code driving linear predictive encoding, a basic period L is retrieved by using an adaptive code book and then a noise code book is retrieved. In this case, the code vectors are segmented with the cycle L and used as a one-frame repeated cyclic code vector for a driving sound source vector; and a cycling process quantity determination part 37 estimates the extent of the periodicity of the pitch of a frame from the power or linear prediction parameter (inclination of spectrum envelope) of the frame and the number of code vectors in the noise code book 17 as cyclic code vectors is made larger and larger as the estimated extent of the periodicity is larger and larger. Namely, a voiced sound has more cyclic code vectors and a voiceless sound has less cyclic code vectors.



This Page Blank (uspto)

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-19796

(43)公開日 平成5年(1993)1月29日

(51)Int.Cl.⁶
G 10 L 9/14
9/18

識別記号 庁内整理番号
G 8946-5H
J 8946-5H
E 8946-5H

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数2(全6頁)

(21)出願番号 特願平3-167124

(22)出願日 平成3年(1991)7月8日

(71)出願人 000004226

日本電信電話株式会社
東京都千代田区内幸町一丁目1番6号

(72)発明者 守谷 健弘

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 間野 一則

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(72)発明者 三樹 晴

東京都千代田区内幸町一丁目1番6号 日本電信電話株式会社内

(74)代理人 弁理士 草野 卓

(54)【発明の名称】 音声の励振信号符号化・復号化方法

(57)【要約】

【目的】 雜音符号帳の符号ベクトルを周期化することにより、合成音声の品質を向上させる。

【構成】 符号駆動線形予測符号化において、適応符号帳を用いて基本周期 L を検索し、その後、雑音符号帳の検索を行うが、その符号ベクトルを周期 L で切り出し、これを1フレーム繰り返した周期化符号ベクトルとして、駆動音源ベクトルに用い、かつそのフレームにおけるパワまたは線形予測パラメータ（スペクトル包絡の傾き）から、そのフレームのピッチの周期性の程度を周期化処理個数決定部37で推定し、その推定した周期性の程度が大きい程、周期化符号ベクトルとする雑音符号帳17中の符号ベクトルの数を多くする。つまり、有聲音は周期化符号ベクトルの数を多くし、無聲音は周期化符号ベクトルの数を少なくする。

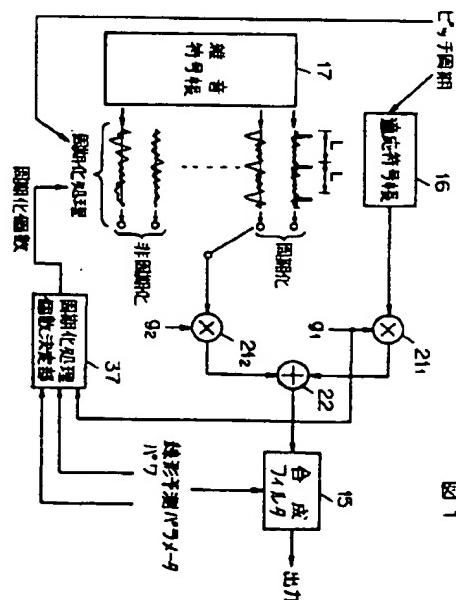


図1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 フレーム単位に、適応符号帳からの、過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した時系列ベクトルと、雑音符号帳からの時系列ベクトルとで合成フィルタを駆動して音声信号を再生することを用いて入力音声を符号化する音声の励振信号符号化方法において、

上記雑音符号帳の符号ベクトルを、上記ピッチ周期と対応した周期で繰り返して周期化し、

現在または過去の音声の周期性の程度を推定し、その推定した周期性の程度に応じて、上記雑音符号帳の符号ベクトルの周期化の程度を、フレームごとに適応的に変更することを特徴とする音声の励振信号符号化方法。

【請求項2】 フレーム単位に、適応符号帳からの、過去の駆動音源ベクトルをピッチ周期で繰り返した時系列ベクトルと、雑音符号帳からの時系列ベクトルとで合成フィルタを駆動して音声信号を再生する音声信号復号化方法において、

上記雑音符号帳の符号ベクトルを、上記ピッチ周期と対応して周期化し、

現在または過去の音声の周期性の程度を推定し、その推定した周期性の程度に応じて、上記雑音符号帳の符号ベクトルの周期化の程度をフレーム毎に適応的に変更することを特徴とする音声信号復号化方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は雑音符号帳を用い、符号駆動線形予測符号化、ベクトル和駆動線形予測符号化に適用され、音声の信号系列を少ない情報量でデジタル符号化する高能率音声符号化方法、その復号化方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 ディジタル移動無線通信方式で電波を効率的に利用し、また音声蓄積サービスで記憶媒体を効率的に利用するために、高能率音声符号化方法が用いられている。現在、音声を高能率に符号化する方法として、原音声をフレームと呼ばれる5~50ms程度の一定間隔の区間に分割し、その1フレームの音声を周波数スペクトルの包絡形状と、その包絡形状に対応する線形フィルタを駆動するための駆動音源信号という2つの情報に分離し、それを符号化することが提案されている。その場合、駆動音源信号を符号化する方法として、駆動音源信号を音声の基本周波数(ピッチ周期)に対応すると考えられる周期成分と、それ以外の成分(言い換えれば非周期成分)とに分離して符号化する方法が知られている。この駆動音源情報の符号化法として符号駆動線形予測符号化(Code-Excited Linear Prediction Coding:CELP)およびベクトル和駆動線形予測符号化(Vector Sum Excited Linear Prediction Coding:VSELP)法がある。

それぞれの技術については、M.R.Schroeder and B.S.Atlal : "Code-Excited Linear Prediction(CELP) : High-quality Speech at Very Low Bit Rates", Proc. ICASSP'85, 5, 25.1.1, pp. 937-940, 1985, およびI.A.Gerson and M.A.Jasiuk : "Vector Sum Excited Linear Prediction (VSELP) Speech Coding at 8 kbps", Proc. ICASSP'90, S9.3, pp. 461-464, 1990, に述べられている。

【0003】 これらの符号化方法は、図3に示すように、入力端子11に入力された原音声について音声分析部12において、その周波数スペクトルの包絡形状を表すパラメータが計算される。この分析には通常、線形予測法が用いられる。その線形予測パラメータは線形予測パラメータ符号化部13で符号化され、その符号化出力は分岐され、線形予測パラメータ復号化部14で復号化され、その復号化された線形予測パラメータが線形予測合成フィルタ15のフィルタ係数として設定される。

【0004】 適応符号帳16において直前の過去の駆動音源ベクトルのある周期(ピッチ周期)に相当する長さで切り出し、その切り出したベクトルをフレームの長さになるまで繰り返し、音声の周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。また雑音符号帳17, 18から音声の非周期成分と対応する時系列符号ベクトルの候補が出力される。雑音符号帳17, 18は図4に示すように通常白色ガウス性雑音を基調とし、1フレーム分の長さの各種の符号ベクトルが入力音声とは独立にあらかじめ記憶されている。

【0005】 適応符号帳16, 雜音符号帳17, 18からの各時系列ベクトルの候補は重みつき加算部19において、それぞれ乗算部211, 212, 213で重みg₁, g₂, g₃が乗算され、これら乗算出力は加算部22で加算される。この加算出力は駆動音源ベクトルとして線形予測合成フィルタ15へ供給され、合成フィルタ15から合成(再生)音声が出力される。この合成音声の入力端子11からの原音声に対する歪みが距離計算部23で計算され、その計算結果に応じて符号帳検索部24により、適応符号帳16における切り出し長さをえた候補が選択され、かつ雑音符号帳17, 18から他の符号ベクトルが選択され、さらに重みつき加算部19の重みg₁, g₂, g₃が変更され、距離計算部23で計算された歪みが最小になるようにされる。歪み最小となったときの適応符号帳16の切り出し長を示す周期符号と、雑音符号帳17, 18の各符号ベクトルを示す雑音符号と、重みg₁, g₂, g₃を示す重み符号と、線形予測パラメータ符号とが符号化出力として出力され、伝送または蓄積される。

【0006】 復号化は図5に示すように入力された線形予測パラメータ符号が線形予測パラメータ復号化部26で復号化され、その予測パラメータが線形予測合成フィルタ27にフィルタ係数として設定される。それまでに得られた直前の過去の駆動音源ベクトルと、入力された

周期符号とを用いて適応符号帳28からその周期で過去の駆動音源ベクトルを切り出し、これをフレーム分繰り返した時系列符号ベクトルが出力され、また入力された雑音符号が示す符号ベクトルが雑音符号帳29、31からそれぞれ時系列ベクトルとして読み出される。これら時系列ベクトルは重みつき加算部32で入力された重み符号に応じて、それぞれ重み付けがなされた後、加算され、その加算出力が駆動音源ベクトルとして合成フィルタ27へ供給され、合成フィルタ27から再生音声が得られる。

【0007】雑音符号帳29、31は符号化に用いられた雑音符号帳17、18と同一のものとされる。雑音符号帳は1個のみ、あるいはさらに多くのものが用いられることがある。符号駆動線形予測符号化においては、雑音符号帳には、候補となるべきすべての符号ベクトルが直接記憶されてある。つまり、候補となるべき符号ベクトルの数がNならば、雑音符号帳に記憶されている符号ベクトルの数もNである。

【0008】ベクトル和駆動線形予測符号化では、雑音符号帳は図6に示すように、記憶されているすべての符号ベクトル（基本ベクトルと呼ぶ）が同時に読み出され、乗算部331～33Mでそれぞれ雑音符号帳用復号器34により+1または-1が乗算され、その乗算出力が加算されて出力符号ベクトルとして出力される。従って、各基本ベクトルに乘算する+1、-1の組み合わせにより、出力符号ベクトルの数は 2^M となり、歪みが最小となるようにこの 2^M の出力符号ベクトルの1つが選択される。

【0009】ところが、これらの従来の方法では、駆動音源信号の周期性が前フレームの成分のみに限定されるため、周期性の表現力が弱く、再生音声がざらざらして滑らかさに欠けるという欠点を有していた。このような点から、音声の周期性の表現力を強化するため、従来周期性をもたなかつた雑音符号帳から出力される符号ベクトルの一部または全部、あるいは出力される符号ベクトルの成分の一部、もしくは複数の雑音符号帳の一部に適応符号帳の出力時系列符号ベクトルの周期性と同一の周期性をもたせることを提案した。

【0010】つまり図7に示すように、雑音符号帳17から1つの符号ベクトルを、基本周期検索（適応符号16の検索）で得られた基本周期Lの長さ分36を切り出す。aに示すように、その切り出し部分36をフレーム長に達するまで何度も繰り返し配列して、周期性符号ベクトルを作成して出力符号ベクトルとする。それを雑音符号帳17中のすべての符号ベクトルについて行い、その中で、合成フィルタに通した再生音声と原音声間の距離が最小になるものを、最適符号ベクトルとする。その後の各駆動音源成分の重みの決定は従来の技術と同様に行う。復号側でもそれまでに得られたピッチ周期で雑音符号帳の符号ベクトルを周期化する。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】このように、雑音符号帳の符号ベクトルもピッチ周期で繰り返す周期化処理を行うことで、量子化歪が小さくなり、品質が改善されるが、必ずしもそうでないことがわかった。つまり周期性の低いフレームに対しては雑音符号ベクトルを周期化することは逆効果を生ずる場合があることが判明した。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明によれば、雑音符号帳の符号ベクトルをピッチ周期と対応して適応させて周期化処理を行うが、現在または過去の音声の周期性の程度を推定し、その推定した周期性の程度に応じてフレームごとに雑音符号帳の符号ベクトルの周期化の程度、つまり周期化の数、または1つの符号ベクトルについての周期化の漏れを適応的に変更する。

【0013】復号側においても符号化側と同様に処理する。

【0014】

【実施例】図1にこの発明の実施例の要部を示す。適応符号帳16に対する基本周期の検索は従来と同様である。この発明においては、周期化処理個数決定部37で現フレームの周期性の程度を推定する。この推定は例えばパワ、ピッチ利得、スペクトル包絡の形状によって周期性の程度を推定し、その程度に応じて雑音符号帳17中の周期化処理を行う符号ベクトルの個数を決める。図2Aに示すように、推定した周期性が高い場合はピッチ周期Lで周期化する符号ベクトルの数を多くし、推定周期性が低い場合はピッチ周期Lで周期化処理する符号ベクトルの数を少なくする。雑音符号帳17の最適符号ベクトルを決定する前にピッチ利得を独立に量子化する場合には、周期性の推定としてピッチ利得を用い、ピッチ利得にほぼ比例させて周期化する符号ベクトルの個数を決める。またピッチ利得を雑音符号ベクトルの符号決定後に、その雑音符号ベクトルの利得と同時に決定する場合には、スペクトル包絡の傾きとパワを推定周期性として用いる。ピッチの周期性の強弱はパワおよびスペクトル包絡の傾き（1次の予測係数）と強い相関があるため、ピッチの周期性の強さを推定できる。

【0015】現フレームについて周期性を推定するほかに、過去に既に復号化された音声のもつピッチの周期性を利用しててもよい。つまり復号化された音声は符号器、復号器で共通に得られ、またピッチの周期性は連続するフレームでは急変しない性質があるため、過去のフレームの周期性を推定してもよい。この過去のフレームの周期性の推定は、例えば自己相関関数の大きさから推定する。これまでの説明では周期性の推定を従来の符号化方法で送られるデータや過去に符号化された音声に基づいて行ったから、このように周期化の程度の制御を行つための情報を特に復号側に伝送する必要がないが、周期化の程度を示す独立のパラメータを伝送してもよい。何れ

にしても、復号側でも符号化側と全く同様の処理を行う。また周期化の程度(数)に応じて雑音符号帳17のうちのどの符号ベクトルを周期化するかを予め決めておく。

【0016】符号器ではこのような周期化個数の制御のち、合成したあとの波形と入力波形との歪が最小となる符号ベクトルを決定する。復号器でも同様の周期性の推定を行って周期化個数を制御して音源信号を作成して、線形予測合成フィルタによって最終的出力を得る。

雑音符号帳の符号ベクトルの周期化の程度を制御するのには周期化する符号ベクトルの数を制御する場合に限らず、1つの符号ベクトルにおける周期化に漏れをもたらせ、その漏れの程度を推定した周期性に応じて制御を行ってもよい。つまり、この例では漏れ定数 γ ($0 \leq \gamma \leq 1$)の大きさを推定した周期性の程度に応じて制御する。 L をピッチ周期、 A を雑音符号帳17内の固定の雑音符号ベクトルとすると漏れをもつ周期化処理された符号ベクトル C' は

$$C' (i) = A (i)$$

($i \leq L$ の場合)

$$C' (i) = \gamma C (i-L) + (1-\gamma) A (i)$$

(その他の場合)

で表される。すなわち $\gamma = 1$ で完全に周期化され、 $\gamma = 0$ で全く周期化されないことになる。例えば図2Bに示すように、 γ の大、小により周期化符号化ベクトルが変化する。周期化する符号ベクトルの数を制御する場合は推定周期性が大きい程数を大とし、漏れ γ を制御する場合は推定周期性が大きい程 γ を小とする。もちろん、以上2つの実施例、つまり数の制御と漏れ γ の制御とを組み合わせた制御も可能である。

【0017】上述で数の制御は雑音符号帳17の符号ベクトルの数の制御のみならず、V S E L Pの場合は基本ベクトルの数の制御であり、漏れ γ の制御も、基本ベクトルの周期化の漏れ制御としてもよい。更に上述では、周期化を当該フレームでの適応符号帳の検索で求めた周期として行ったが、前フレームの適応符号帳の検索で得た周期 L' や $L/2$, $2L$, $L'/2$, $2L'$ など適応符号帳の検索で得た周期と対応したものであればよい。

【0018】【発明の効果】以上述べたように、この発明により、ピッチの周期性が高い音声、つまり有聲音のフレームでは最大限にピッチの周期成分を強調するように雑音符号帳の符号ベクトルを周期化処理し、ピッチの周期性が小さい音声、つまり無聲音のフレームでは雑音符号帳の符号ベクトルの周期化処理を行わないようにしており、符号化音声の歪が減少し、品質が改善される。またこの適応的処理をすべて既に伝送されている情報や過去の復号化音声に基づいて行う場合には、従来法と比較して伝送情報量の増加はない。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例の要部を示すブロック図。

【図2】周期化処理で周期性の高い場合と低い場合とを比較した例を示す図。

【図3】線形予測符号化装置の一般的構成を示すブロック図。

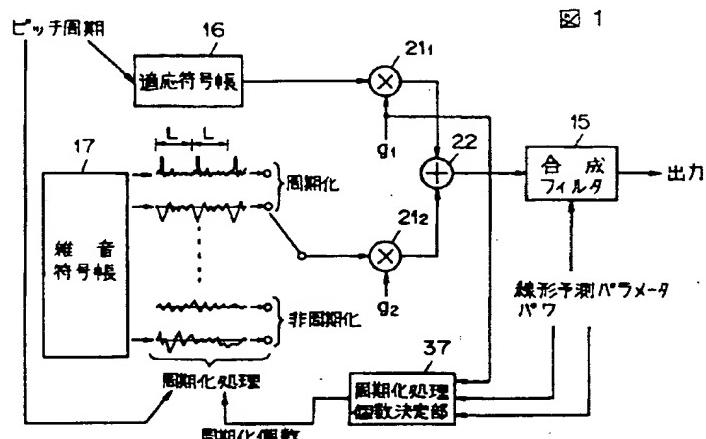
【図4】C E L Pにおける雑音符号帳を示す図。

【図5】線形予測符号の復号化装置の一般的構成を示すブロック図。

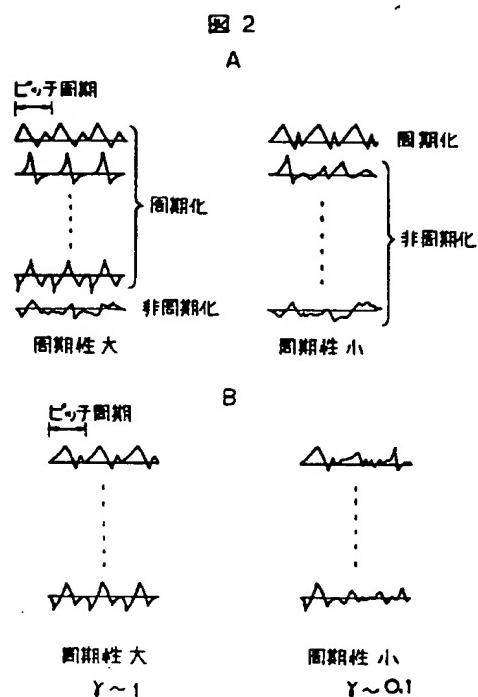
【図6】V S E L Pにおける雑音符号帳を示す図。

【図7】符号ベクトルの周期化を示す図。

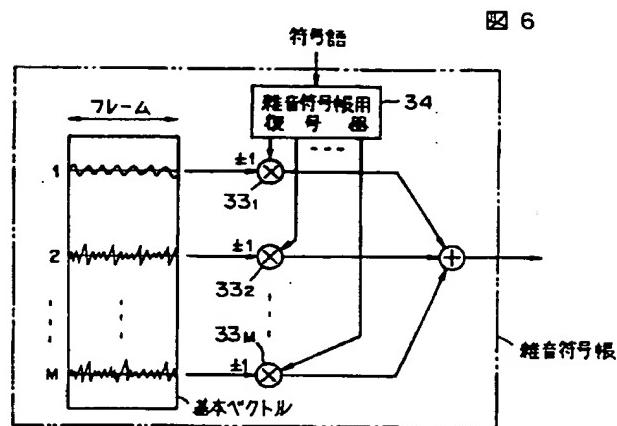
【図1】



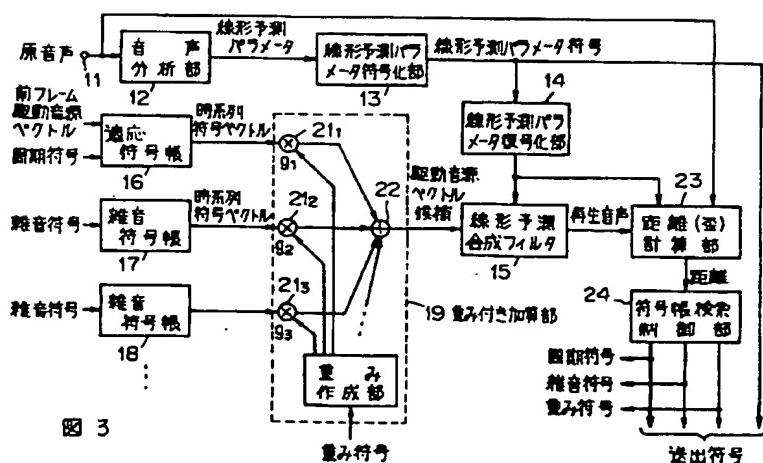
【図2】



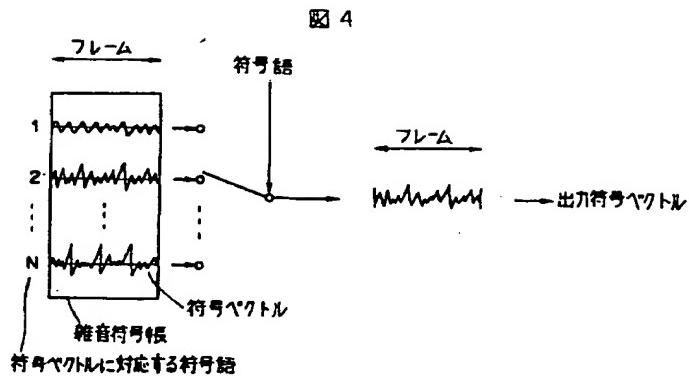
【図6】



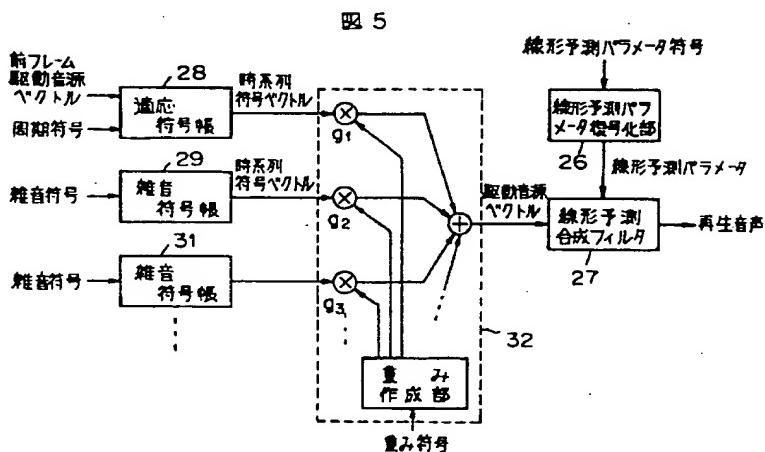
【図3】



【図4】



【図5】



【図7】

